

Hydraulics

3rd Year civil

First Term (2009 - 2010)

Chapter (   )

2009 - 2010

بسم الله الرحمن الرحيم

Specific discharge

$\because E = y + \frac{V^2}{2g}$

$\because Q = A \times V \Rightarrow V = \frac{Q}{A}$

$$\therefore E = y + \frac{Q^2}{2gA^2}$$

معادلة الطاقة العامة

For Rectangular sec. :

$\because Q = q \times b$

$\because A = b \times y$

$\therefore E = y + \frac{q^2 \cdot b^2}{2g \cdot b^2 \cdot y^2}$

$\therefore E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$

$$q^2 = (E - y) \times 2gy^2$$

for E const draw (q - y)

for $q_{max} \Rightarrow \frac{dq}{dy} = 0$

$\because q^2 = (E-y) \times 2g y^2$

$\therefore q = \sqrt{E-y} \times y\sqrt{2g}$

$q = y\sqrt{E-y} \times \sqrt{2g}$

$\therefore \frac{dq}{dy} = \frac{-y\sqrt{2g}}{2\sqrt{E-y}} + \sqrt{E-y} \cdot \sqrt{2g} = 0$

$\therefore \frac{y\sqrt{2g}}{2\sqrt{E-y}} = \sqrt{2g}\sqrt{E-y}$

$\therefore y = 2(E-y)$

$\therefore y = 2E - 2y$

$\therefore 3y = 2E$

$\therefore \boxed{E = 1.5y}$

وهذا معناه أنه للوصول لأقصى تصرف لوحدة العرض في القطاع المستطيل يجب أن تكون الطاقة النوعية اقل ما عليه

وهذا لا يحدث إلا عندما تكون العمق (y) هو العمق الحرج (y_c)

$$\because \quad y = \frac{2}{3} E$$

$$\therefore q_{max} = \sqrt{2g} \times \sqrt{1.5y - y} \cdot y$$

$$q_{max} = y^{1.5} \times g^{1/2}$$

$$q^2_{max} = y^3 \times g$$

$$\therefore \boxed{y_c = \sqrt[3]{q^2/g}}$$

y
Fn<1
E = Const.
Fn = 1
y_c
Fn>1
q_{max}
q

Specific discharge diagram

هي العلاقة بين التصرف والعمق عند ثبات قيمة الطاقة داخل القطاع

Critical water depth (y_c):

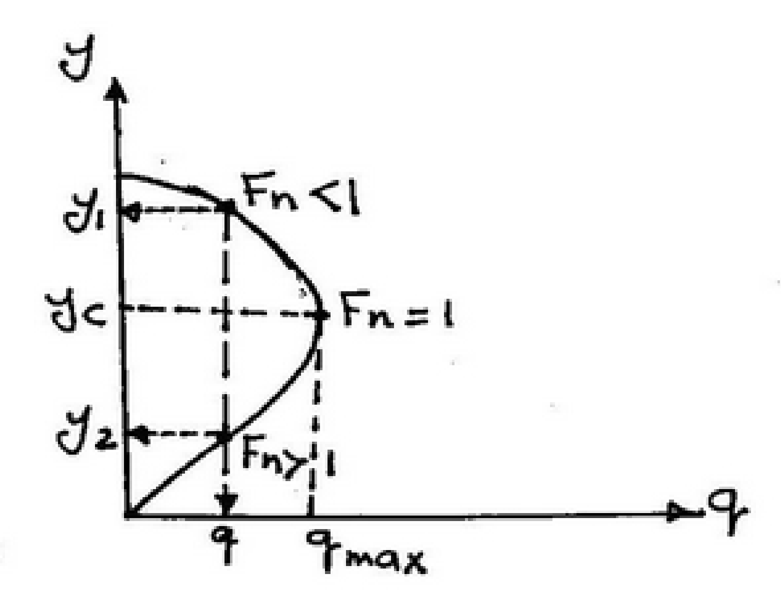
هو العمق الذى يكون عنده التصرف داخل القطاع اقصى
ما يمكن عند ثبات قيمه الطاقه النوعيه داخل القطاع .

For general case:

$$\therefore \boxed{\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T}} \quad \text{at } y = y_c$$



عند أى قيمه للتصرف
على المنحنى نجد أن هناك
قيمتين لعمق الماء y_1، y_2
هذان العمقان عليه
نعرفهما على انهما
alternative depths
العمقان المترادفان

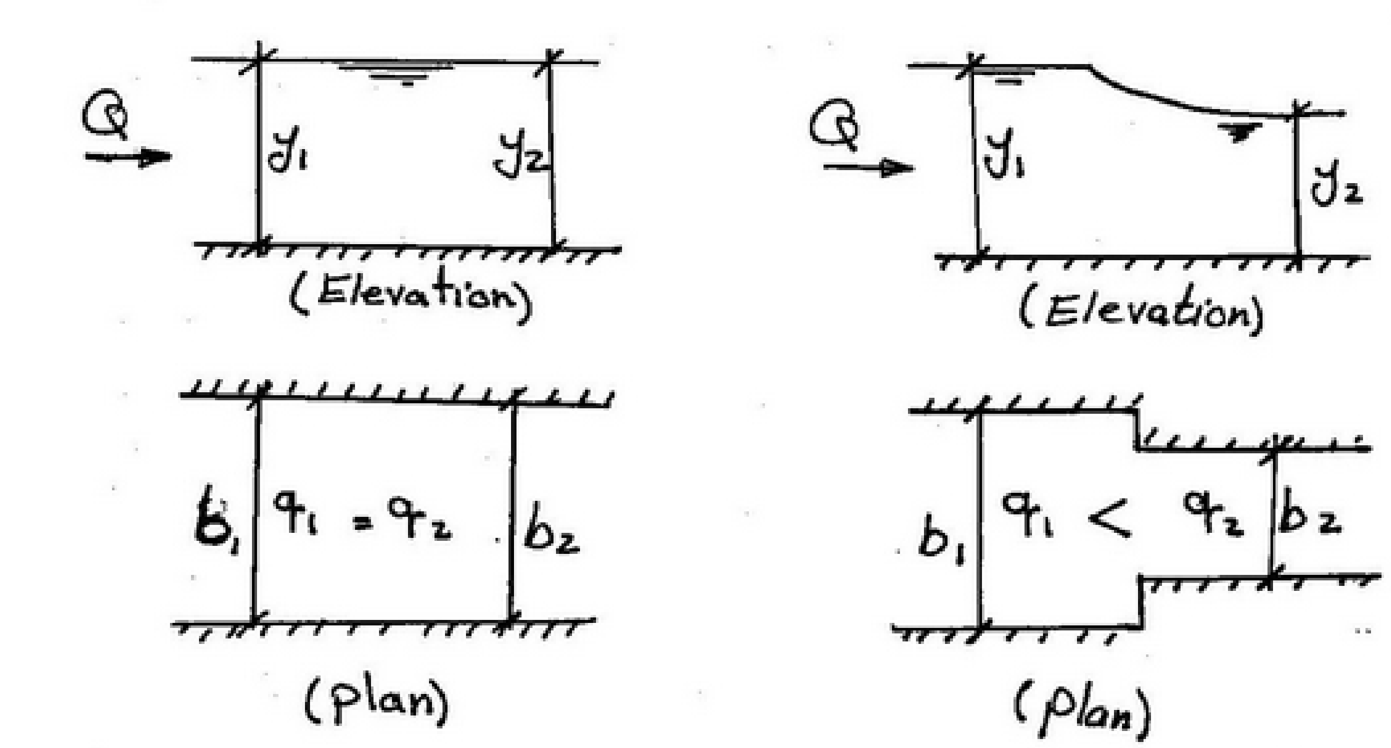


alternative depths:

هما العمقان اللذان لهما نفس التصرف عند ثبات قيمه الطاقه النوعيه داخل القطاع ويكون أحدهما sub critical والآخر super critical .

Applications for sp. Q

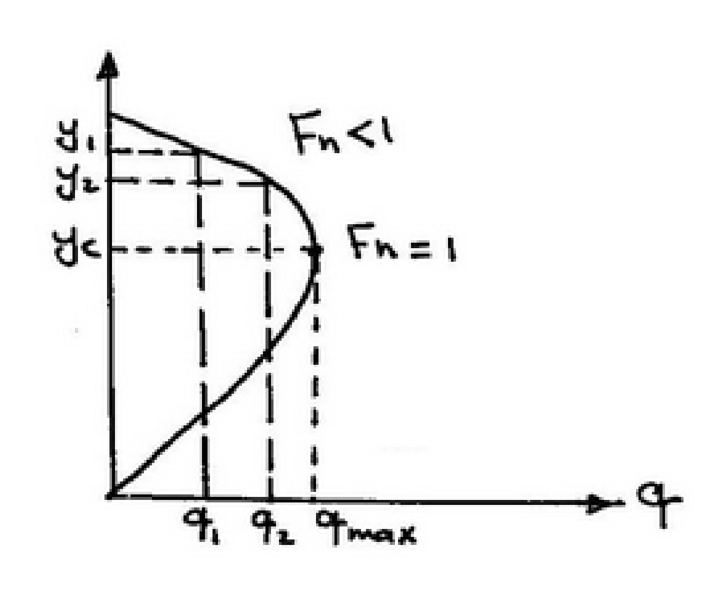
1 Contraction in Canal:



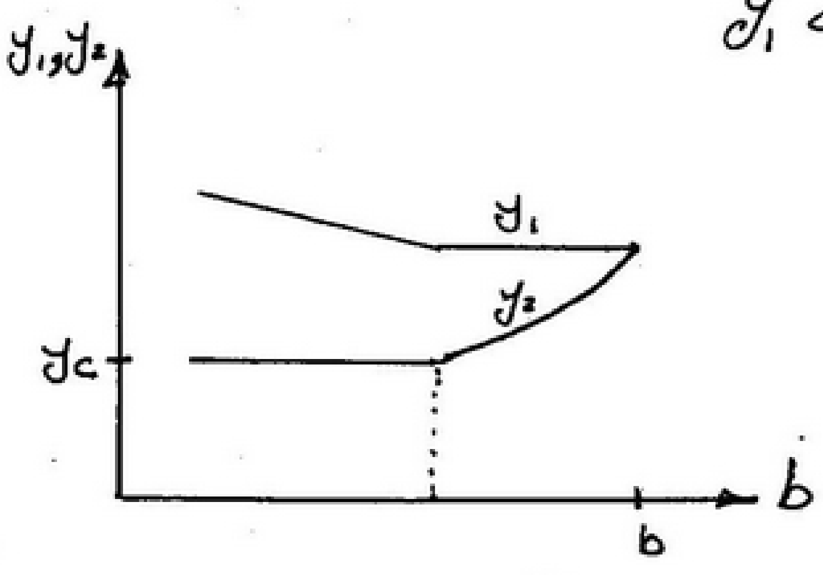
ماهو تأثير وجود اختناق بالمجرى المائى على خصائص السريان وعمق الماء

a - sub critical flow : $Fn < 1$

يلاحظ أنه في حالة $Fn<1$
وتم عمل تضييق في المجرى
المائي أنه عمق الماء في منطقة
التضييق (الاختناق) يقل
وكلما زاد الاختناق كلما قل
عمق الماء حتى نصل إلى
العمق الحرج وعندها يكون
التصرف لوحدة العرض وصل إلى q_{max}

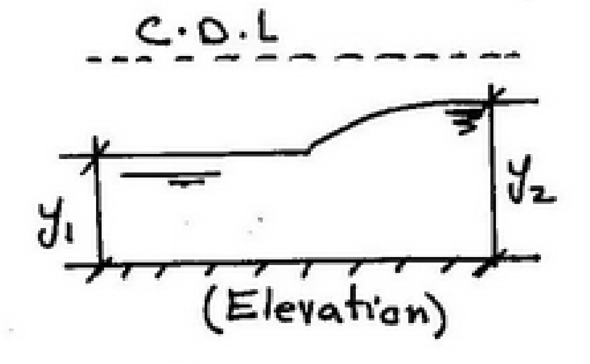


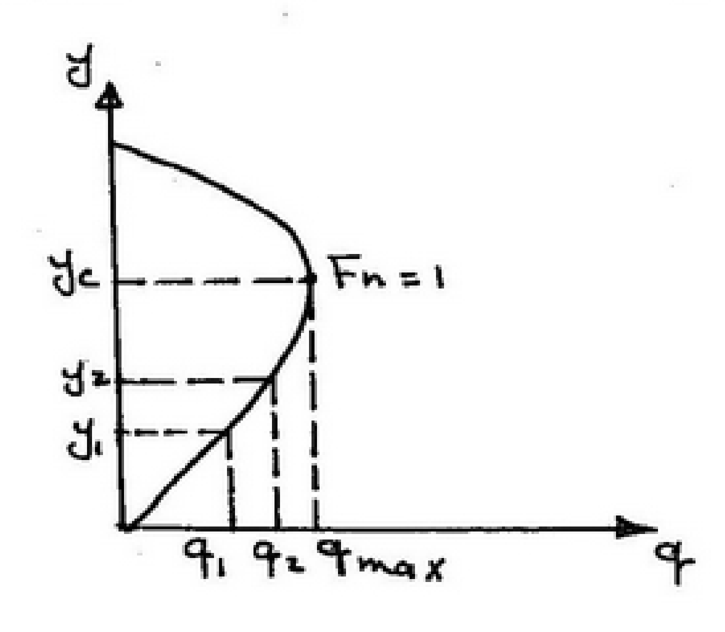
وأي زيادة في نسبة الاختناق لا تؤثر بعد ذلك على y_2 ولكن تؤثر على y_1

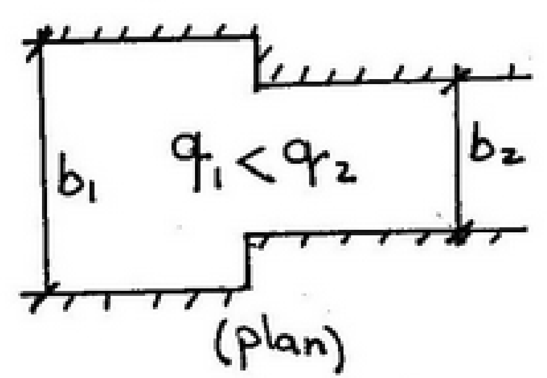


والاستفادة من هذا التضييق استخدام Contraction أداة لقياس التصرف

b- super-critical flow : $Fn > 1$

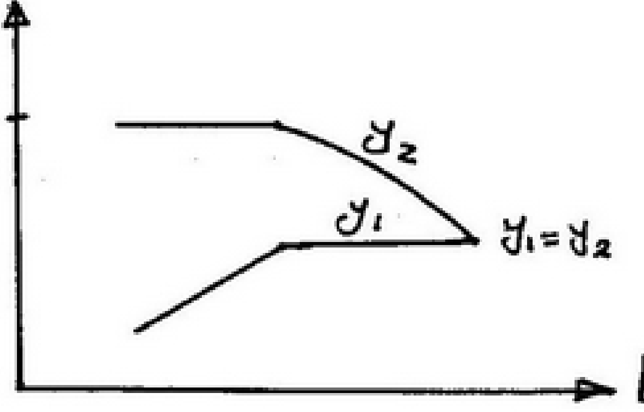






في حالة وجود اختناق في المجرى المائي ولكن في حالة سريان $Fn > 1$
نجد أن عمق الماء داخل الاختناق يزيد وكلما قل عرض الاختناق
كلما ارتفع عمق الماء حتى نصل إلى عمق ماء هو العمق الحرج (y_c)
وعندها يكون التصرف لوحدة العرض أقصى ما يمكن q_{max} وعندها
نظل العمق y_2 ثابت عند قيمة y_c

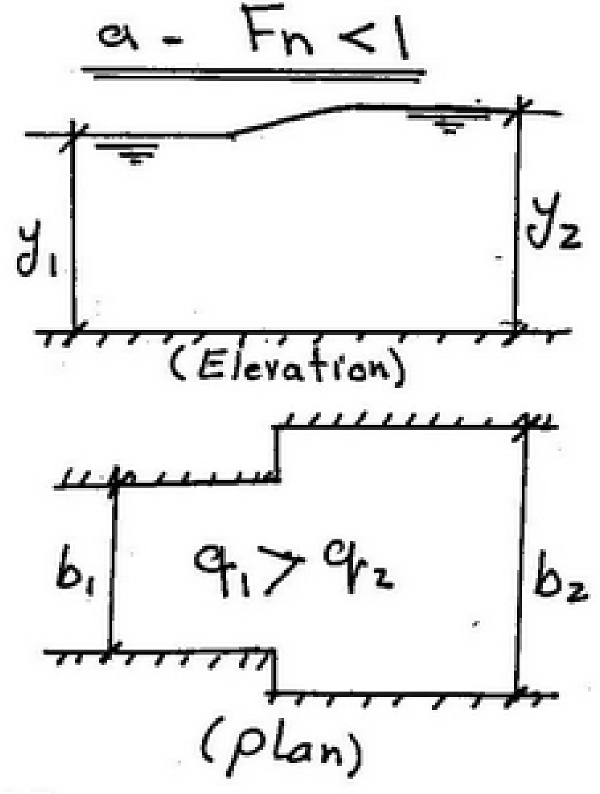
وعليه الاستفادة منها
كوسيلة لقياس التصرف

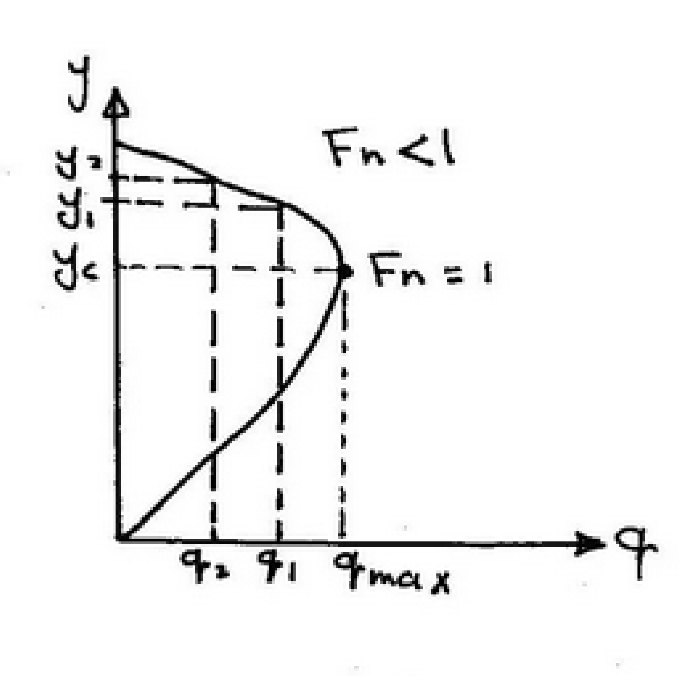


2- Expansion in Canal

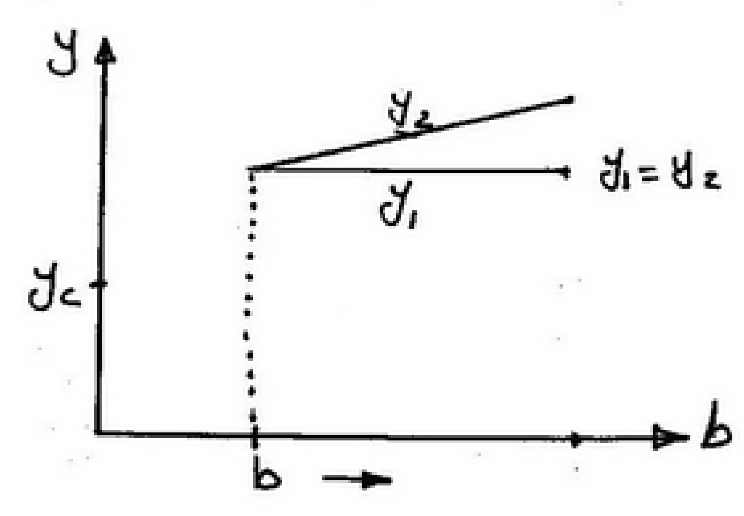
اتساع المجرى المائى

a - Fn < 1

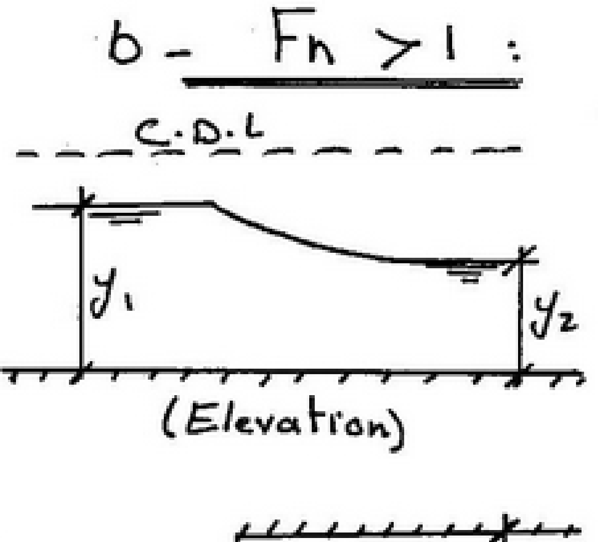


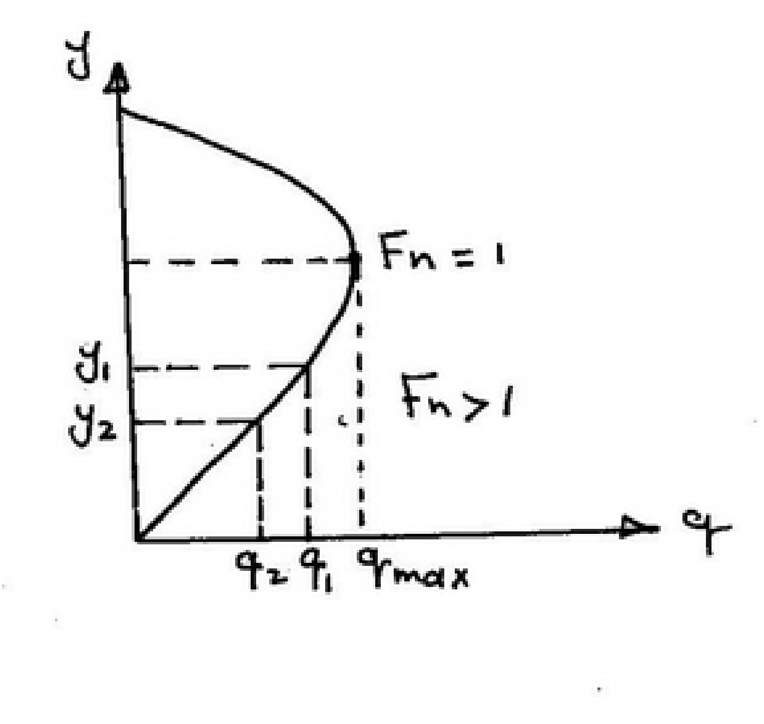


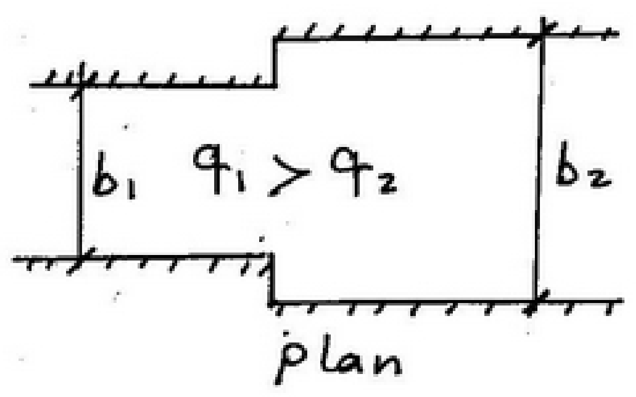
فى حالة وجود اتساع فى المجرى المائى مع وجود سريان له Fn<1
نجد أنه باتساع القناه يزيد عمق الماء فى منطقة الاتساع وكلما
زاد عرض الاتساع كلما زاد عمق الماء (y_2)



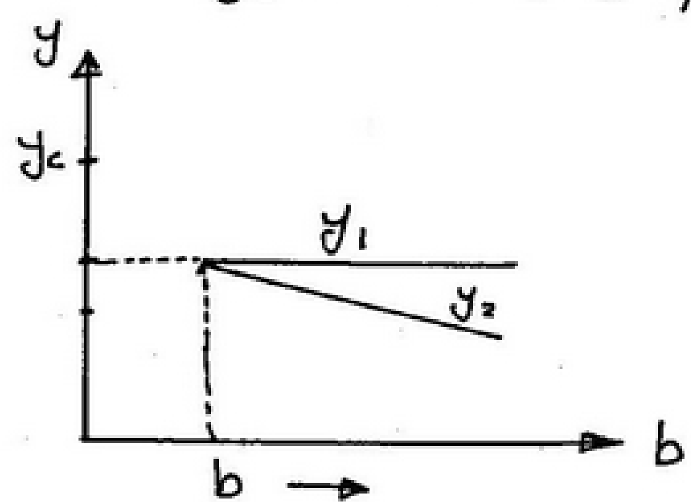
b- $F_n > 1$:





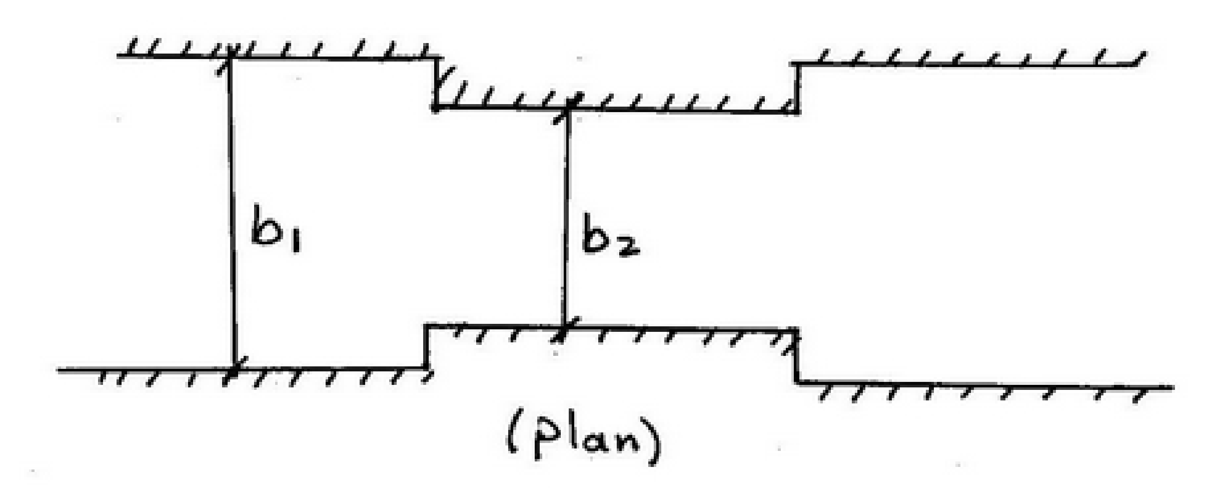


في حاله وجود اتساع للمجرى المائى مع سريان له $F_n > 1$
نجد أنه باتساع القناة تقل عمق الماء y_2 وانه كلما اتسع
المجرى المائى زاد انخفاض y_2



Important application:

Venturi flume



ويستخدم هذا المنشأ أو الجهاز لقياس التصرف في المجرى المائي عن طريق تكوين العمق الحرج للماء (y_c) داخل منطقة الاختناق واستخدام y_c في المعادلات

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T} \quad \text{oR} \quad y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$

وذلك لحساب التصرف.

Control section:

هو أى قطاع يكون عمق الماء فيه هو العمق الحرج (y_c)

وعليه يحل هذا القطاع

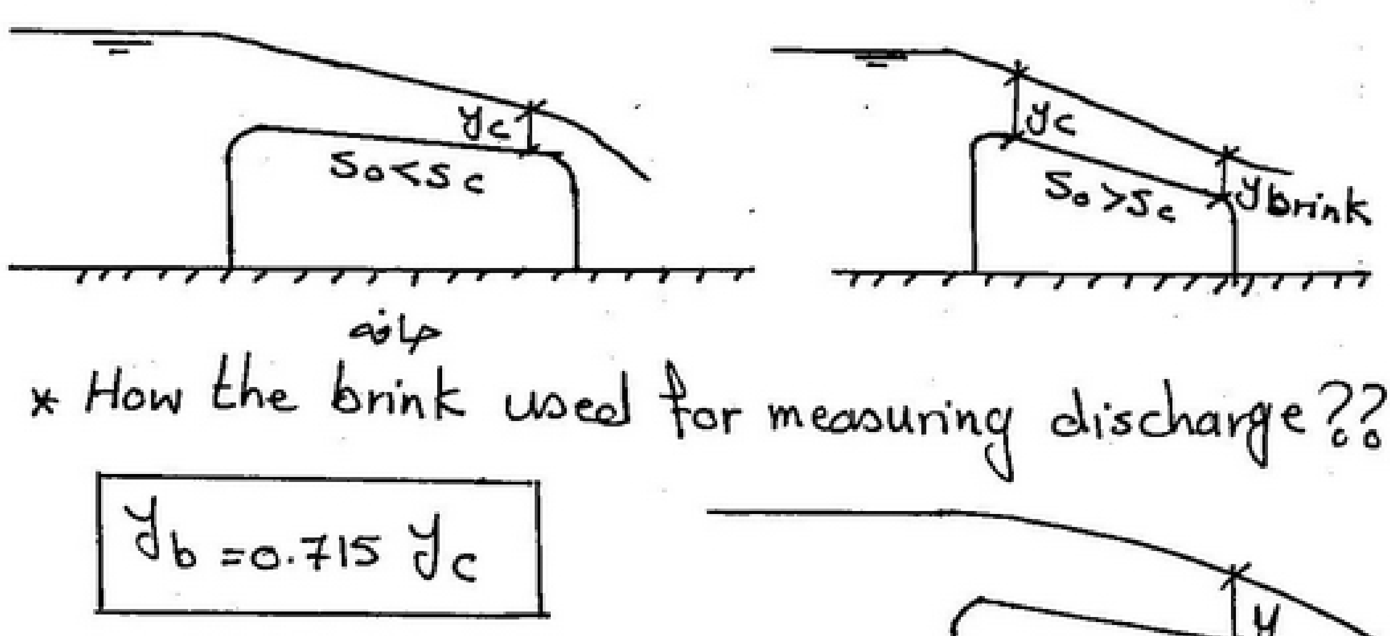
١- وجود الاعتاب .

٢- داخل الاختناقات .

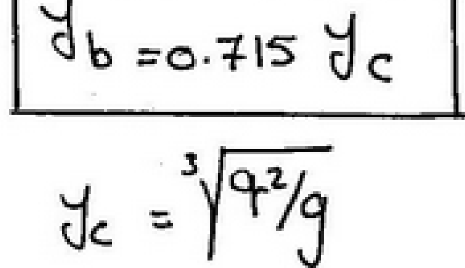
٣- تحت البوابات

٤- خلف الهدارات أو وجود الهدارات .

• يستفاد من هذا القطاع امكانية استخدام المكان لقياس التصرف فيه



* How the brink used for measuring discharge??



$$y_b = 0.715\, y_c$$

$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$

Specific Discharge

1- A rectangular open channel of bed width 2.00 m and the section is hydraulically best, has its sides contracted 10 cm from each side at a given section, where its floor is raised 20.0 cm too, calculate the flow rate indicated by

a- 11.0 cm drop in water level.

b- 11.0 cm rise in water level.

2- A rectangular open channel of constant width of 100 cm, has its floor raised by 5.00 cm at a given section, if the depth of approaching flow is 50.00 cm it is required to

a- The rate of the flow indicated by 8.00 cm rise in water level.

b- Find the height of the hump at which the flow becomes critical.

c- How can the water level before and after the hump remain the same.

3- A trapezoidal canal of 10.00 m bed width, its side slope is 1:1, and has a water depth of 3.00 m, carries a discharge of 25.00 m3/sec, if the canal is constricted by rising the sides to be in vertical position, while the bed width is contracted to be 8.00 m. it is required to,

a- Calculate the water depth in the constriction part,

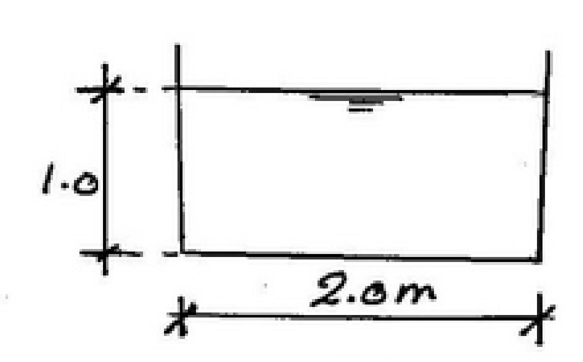
b- What is minimum height of the hump to be installed in the constriction to produce a critical flow condition?



- B.H.S

$\therefore b = 2y$

$\therefore y = 1.0m$



Req.: $Q = ??$

a- 11.0 cm drop in water level

b- 11.0 cm rise in water level

Sol.:

a- 11.0cm drop:

$y_1 = 1.0$

0.11 m

$y_2 = 0.69m$

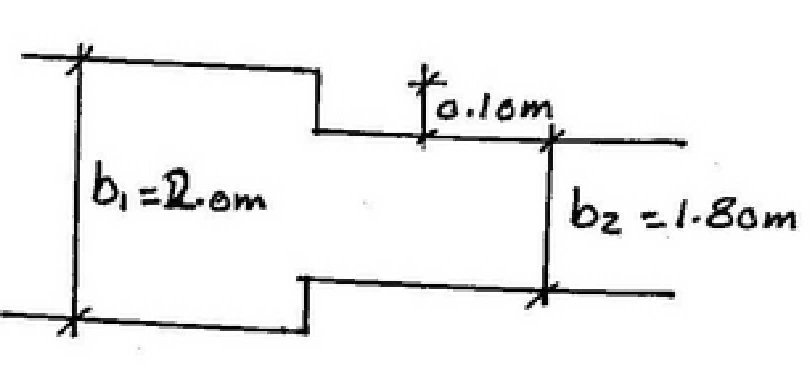
$\Delta Z = 20cm$

$\because E_1 = E_2 + \Delta Z$

$E_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2}$

$E_1 = 1.0 + \frac{Q^2}{2g \times (2)^2}$

$E_1 = 1 + \frac{Q^2}{78.48}$



$$E_2 = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2}$$

$$= 0.69 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (1.8 \times 0.69)^2}$$

$$E_2 = 0.69 + \frac{Q^2}{30.30}$$

$$\therefore 1.0 + \frac{Q^2}{78.48} = 0.69 + \frac{Q^2}{30.3} + 0.2$$

$$0.11 = \frac{Q^2}{30.3} - \frac{Q^2}{78.48}$$

$$0.11 = Q^2 \left(\frac{1}{30.3} - \frac{1}{78.48}\right)$$

$$\therefore Q = 2.33 \ m^3/s \ \#$$

b- 11.0 Cm rise in W.L

0.11

$y_1 = 1.0$

$y_2 = 0.91$

0.20

$b_1 = 2.0$

$b_2 = 1.80$ m

$$\because \quad E_1 = E_2 + \Delta Z$$

$$E_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = 1 + \frac{Q^2}{78.48}$$

$$E_2 = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2} = 0.91 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (1.8 \times 0.91)^2}$$

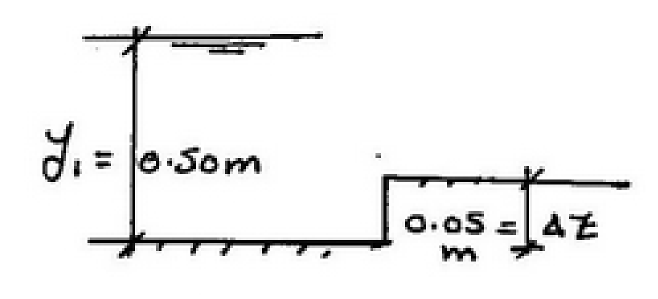
$$= 0.91 + \frac{Q^2}{52.64}$$

$$\therefore \quad 1 + \frac{Q^2}{78.48} = 0.91 + \frac{Q^2}{52.64} + 0.2$$

$$1 + \frac{Q^2}{78.48} = 1.11 + \frac{Q^2}{52.64}$$

get $Q = \checkmark \ m^3/s$





y = 0.50m
b = 1.0m

Req.:

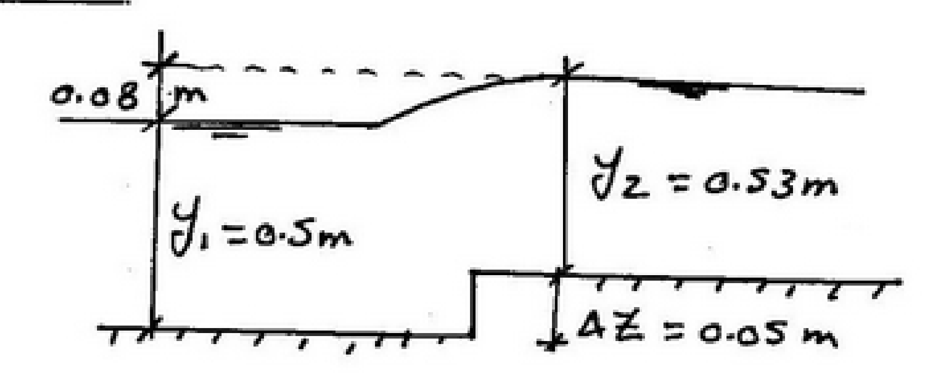
1- Q = ?? in 8 Cm rise in water level

2- ΔZ = ?? for $y = y_c$

3- How Can water level before and after hump remain Const.

Sol.:

a-



$$E_1 = E_2 + \Delta Z$$

$$\therefore E_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = 0.5 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (0.5)^2}$$

$$E_1 = 0.5 + \frac{Q^2}{4.91}$$

$$\because E_2 = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2} = 0.53 + \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (0.53 \times 1)^2}$$

$$E_2 = 0.53 + \frac{Q^2}{5.51}$$

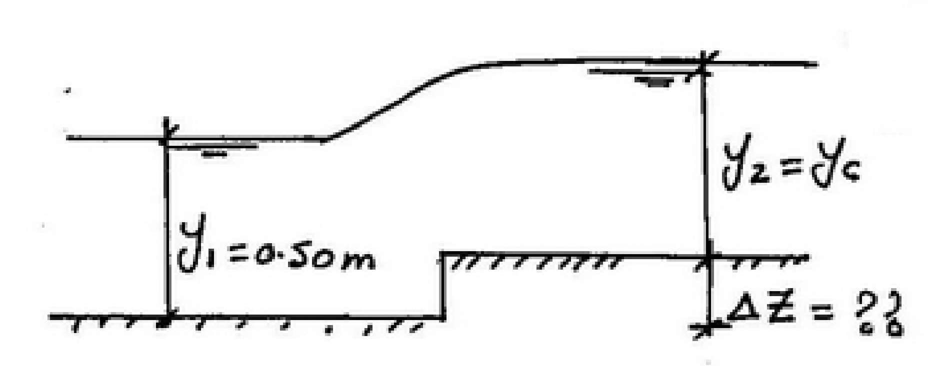
$$\therefore 0.5 + \frac{Q^2}{4.91} = 0.53 + \frac{Q^2}{5.51} + 0.05$$

$$\therefore Q^2\left(\frac{1}{4.91} - \frac{1}{5.51}\right) = 0.08$$

$$\therefore Q = 1.90 \ m^3/s \quad \#$$

---

b -



$$\because y_c = \sqrt[3]{q^2/g} \quad , \quad q = \frac{Q}{b} = \frac{1.90}{1.0} = 1.90$$

$$\therefore y_c = \sqrt[3]{\frac{(1.9)^2}{9.81}} = 0.72\ m$$

$$\because \quad E_1 = E_2 + \Delta Z$$

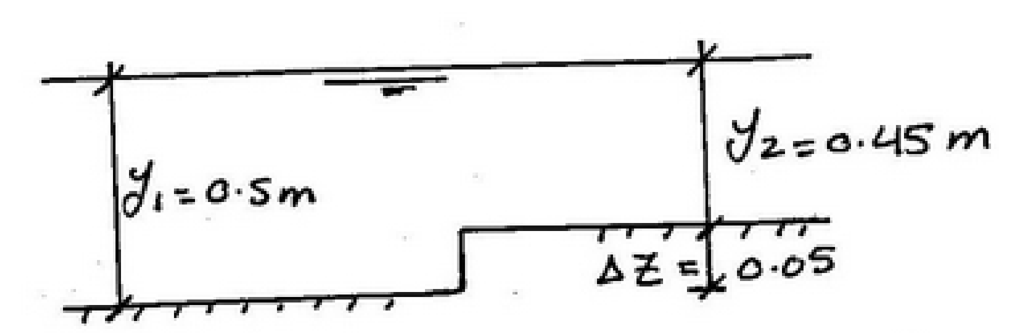
$$\therefore E_1 = 0.5 + \frac{(1.9)^2}{4.91} = 1.23\ m$$

$$E_2 = E_{min} = 1.5 \times 0.72 = 1.08\ m$$

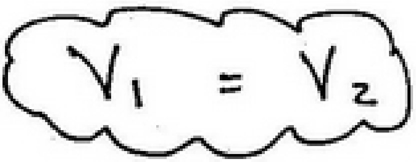
$$\therefore 1.23 = 1.08 + \Delta Z$$

$$\therefore \Delta Z = 0.15\ m \quad \#$$

c-



for the water level remain Constant the velocity should be Constant.



$$\because Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

$$A_1 = A_2$$

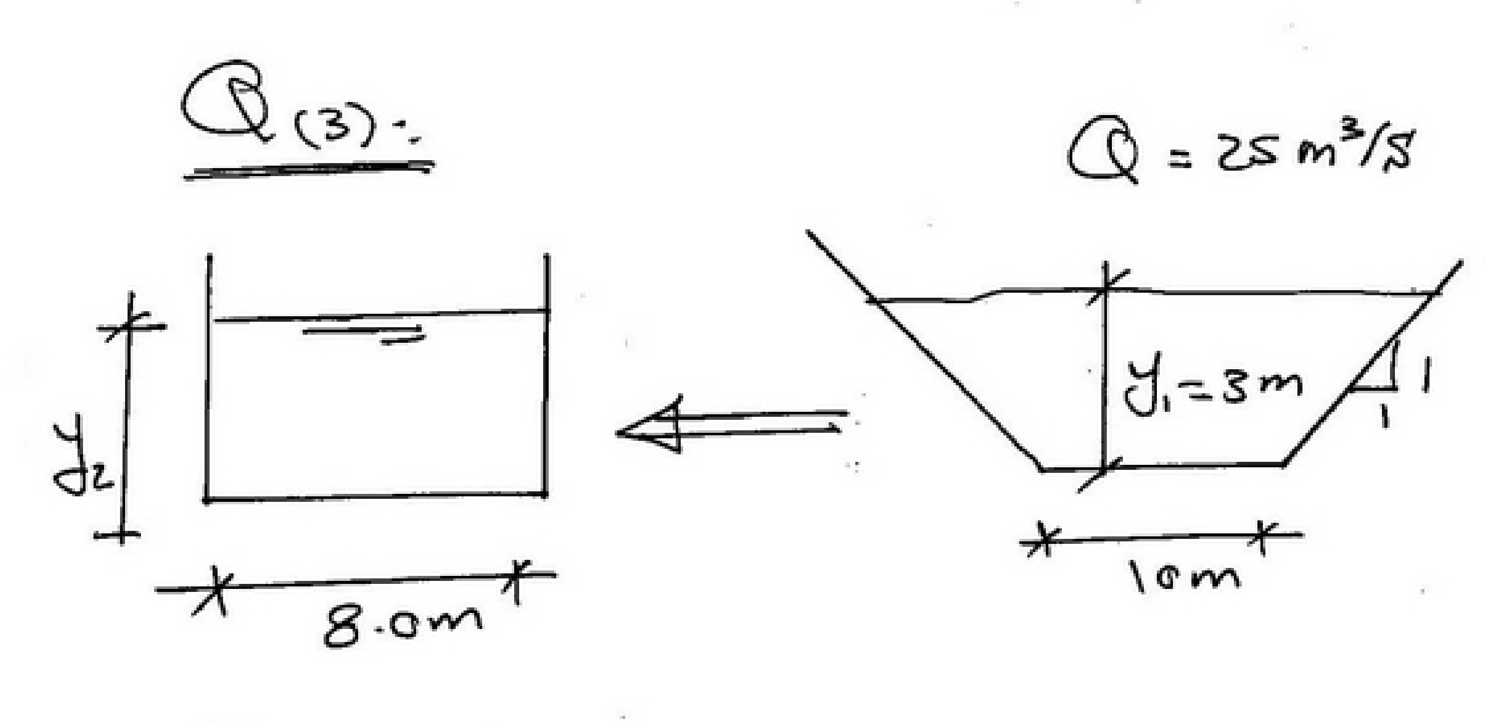
$$b_1 \times y_1 = b_2 \times y_2$$

$$1 \times 0.5 = b_2 \times 0.45$$

$$b_2 = 1.11 \text{ m} \quad \#$$

يجب زيادة عرض القطاع ليظل سطح الماء ثابت دون تأثير.

Q (3) :-



Req. :- $y_2 = ??$

- $\Delta Z = ??$

$y_2 = y_c$

sol.

$$E_1 = E_2$$

$$y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2}$$

$$3 + \frac{(25)^2}{2 \times 9.81 \times (39)^2} = y_2 + \frac{(25)^2}{2g \times (8y_2)^2}$$

$$3.02 = y_2 + \frac{0.486}{y_2^2}$$

y_2	3	2.97	
R.H.S	3.06	3.02	

$y_2 = 2.97$ m #

$$E_1 = E_2 + \Delta Z$$

$$3.02 = 1.5 + \Delta Z$$

$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g} = \sqrt[3]{\frac{(25/8)^2}{9.81}} = 1.0$$

for $y_2 = y_c \Longrightarrow E_2 = E_{min}$
$= 1.5\, y_c$

$$\Delta Z = 1.52\ m$$ #